COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'emploi des approximations successives dans l'étude de certaines équations aux dérivées partielles;* par M. **Émile Picard.**

« Considérons une équation du second ordre aux dérivées partielles de la forme

$$(1) \qquad A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, x, y\right),$$

A, B, C dépendant seulement des variables indépendantes x et y. Nous mettons dans le second membre une fonction quelconque u_1 de x et y, et formons l'équation

$$\Delta u_2 = F\left(u_1, \frac{\partial u_1}{\partial x}, \frac{\partial u_1}{\partial y}, x, y\right)$$

$\left(\text{en posant ici, pour abréger, } \Delta u = A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$. Concevons qu'on intègre cette équation en u_2, en se donnant certaines conditions aux limites, qui, nous le supposons, déterminent complètement, dans les circonstances où l'on se place, une intégrale que nous désignerons par u_2. On formera ensuite l'équation

$$\Delta u_3 = F\left(u_2, \frac{\partial u_2}{\partial x}, \frac{\partial u_2}{\partial y}, x, y\right),$$

et l'on intégrera cette équation en u_3, en satisfaisant aux mêmes conditions aux limites que plus haut, et nous continuons ainsi indéfiniment. Si l'intégrale u_n tend vers une limite déterminée u, quand n grandira indéfiniment, on obtiendra ainsi l'intégrale u de l'équation (1) satisfaisant aux conditions données.

» Ces généralités ne sont intéressantes qu'autant qu'on précise les conditions aux limites, et qu'on se place dans des conditions où l'on puisse établir rigoureusement la convergence de u_n vers une limite u; c'est ce que j'ai essayé de faire, et je vais résumer très succinctement les résultats auxquels je suis parvenu. Une distinction capitale est à faire, relativement au signe de $B^2 - AC$; nous supposerons successivement les caractéristiques imaginaires, puis réelles dans la partie du plan où restera le point (x, y).

» 1. Dans le premier cas, on peut, sans diminuer la généralité, se borner à considérer l'équation

$$(2) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, x, y\right).$$

» Supposons d'abord que l'équation soit linéaire, c'est-à-dire que

$$F = a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

a, b, c étant des fonctions de x et y. Nous nous donnons ici, comme condition aux limites, la valeur de l'intégrale le long d'un contour fermé C, et nous supposons que l'intégrale reste continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres à l'intérieur du contour. D'une manière générale, u_n sera donnée par une équation de la forme

$$\Delta u_n = f(x, y), \qquad \left(\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right),$$

$f(x, y)$ étant une fonction connue. C'est une équation qu'on sait intégrer

quand on se donne la valeur de u_n le long du contour C. On peut partir, pour fixer les idées, de $u_1 = 0$. L'étude de u_n montre qu'elle converge vers une limite, tant que C satisfait à certaines conditions, qui, en particulier, seront remplies *quand ce contour aura une aire suffisamment petite*. Dans ce cas, on obtiendra une intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

prenant des valeurs données sur le contour. Cette intégrale, comme nous l'avons démontré autrefois, est d'ailleurs *unique*, quand le contour est suffisamment petit.

» Si nous revenons à l'équation générale (2), nous arrivons à une conclusion analogue, pourvu que la fonction $F(u, v, w, x, y)$ satisfasse à la condition suivante : u, v, w restant respectivement entre deux limites finies d'ailleurs quelconques, si l'on désigne par u_1, v_1, w_1 et u_2, v_2, w_2 deux systèmes de valeurs arbitraires de ces variables, on pourra, quels que soient x et y, trouver trois constantes positives L, M, N, telles que

$$|F(u_1, v_1, w_1) - F(u_2, v_2, w_2)| < L|u_1 - u_2| + M|v_1 - v_2| + N|w_1 - w_2|.$$

» *Ainsi, dans une aire suffisamment petite, les approximations successives conduiront à une intégrale de l'équation* (1), *prenant des valeurs données sur le contour.*

» D'une manière générale, toutefois, on ne peut pas affirmer ici, comme plus haut, que cette intégrale soit unique.

» 2. Supposons maintenant les caractéristiques réelles. On pourra se borner à l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, x, y\right).$$

» Nous commençons encore par le cas où F est linéaire et de la forme écrite plus haut. Considérons, dans le plan (Ox, Oy), un arc d'une courbe quelconque C, pour lequel nous supposons seulement qu'une quelconque des coordonnées soit fonction continue de l'autre, et variant toujours dans le même sens; on intégrera les équations successives qui sont de la forme

$$\frac{\partial^2 u_n}{\partial x\,\partial y} = f(x, y),$$

f étant une fonction connue, par la condition que les dérivées partielles

$\frac{\partial u_n}{\partial x}$ et $\frac{\partial u_n}{\partial y}$ prennent sur C une succession donnée de valeurs, et que u_n prenne une valeur donnée en un point A de C. On partira de $u_1 = 0$.

» Soit B un second point de la courbe C; considérons le rectangle parallèle aux axes, dont A et B sont deux sommets opposés. *Si* B *est suffisamment rapproché de* A, u_n tendra vers une limite u pour tous les points de ce rectangle, et l'on aura l'intégrale u de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \, \partial y} = a \frac{\partial u}{\partial x} + b \frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

qui prend en A une valeur donnée, et pour laquelle $\frac{\partial u}{\partial x}$ et $\frac{\partial u}{\partial y}$ prennent sur l'arc AB une succession continue donnée de valeurs. On peut supposer que $\frac{\partial u}{\partial x}$ et $\frac{\partial u}{\partial y}$, sur l'arc AB, sont représentées par des fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(y)$, qui ne sont assujetties qu'à la condition d'être continues. J'ajoute que u, $\frac{\partial u}{\partial x}$ *et* $\frac{\partial u}{\partial y}$ *sont des fonctions continues de* x *et* y, *même quand on traverse l'arc* AB. Il y a là un point intéressant de la théorie des équations aux dérivées partielles, sur lequel il est bon d'insister. On doit remarquer en effet qu'il ne pourrait au contraire en être ainsi, en général, dans une région du plan où les caractéristiques sont imaginaires, comme le montre l'exemple simple de l'équation de Laplace. De plus, l'analyse précédente, considérée comme démonstration de l'existence de l'intégrale, ne suppose nullement que a, b, c soient des fonctions *analytiques* de x et y [1]; elle ne suppose pas non plus que les conditions aux limites soient exprimées au moyen de fonctions analytiques.

» Si l'on revient à l'équation générale (3), les mêmes conclusions subsistent sous la condition indiquée pour la fonction F.

» 3. Les théorèmes démontrés au n° 1 ne sont exacts que si le contour C a une aire suffisamment petite. Il est très intéressant de trouver des équations, où, *sans restriction*, une intégrale, supposée continue ainsi que ses dérivées partielles, soit toujours déterminée par ses valeurs sur un

---

[1] Dans le Chapitre si remarquable de ses *Leçons sur la théorie des surfaces*, consacré à ce point fondamental (t. II, Chap. IV), M. Darboux se sert seulement de l'hypothèse que a, b, c sont analytiques, pour établir l'existence d'une certaine fonction auxiliaire. D'ailleurs, en se plaçant à notre point de vue des approximations successives, on peut démontrer l'existence de cette fonction, sans faire l'hypothèse indiquée.

contour fermé quelconque. L'équation suivante nous en fournit un exemple étendu. Soit l'équation

$$(4)\qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \mathrm{F}(u, x, y),$$

F étant une fonction de u, x et y. Nous supposons que la fonction F soit bien déterminée et finie pour toute valeur réelle de u, et pour toute valeur de x et y dans la région du plan où restera le point (x, y); de plus, *elle est positive et croît toujours en même temps que* u.

» Sous ces conditions, on démontre d'abord *qu'il ne peut y avoir deux intégrales de cette équation prenant sur un contour la même succession de valeurs*.

» Ceci posé, cherchons à obtenir la solution prenant une succession continue donnée de valeurs sur le contour C; nous pouvons d'ailleurs supposer, en faisant préalablement un changement bien simple de fonction, que ces valeurs données se réduisent à zéro. Que va nous donner la méthode d'approximations successives? Elle ne résout pas, en général, le problème, *mais conduit à deux fonctions* u *et* v, s'annulant sur le contour et satisfaisant aux équations

$$\Delta u = \mathrm{F}(v, x, y),$$
$$\Delta v = \mathrm{F}(u, x, y).$$

» Pour que le problème posé fût résolu, il faudrait que $u = v$; il n'en est pas ainsi quand le contour C est quelconque, mais cette identité est vérifiée si le contour est suffisamment petit, et, dans ce cas, on a l'intégrale de l'équation (4) s'annulant sur C.

» De ce cas particulier, on peut passer à un contour quelconque; il suffira de montrer à cet effet que *le problème, étant traité pour deux contours ayant une partie commune, pourra être résolu pour le contour limitant extérieurement l'ensemble des deux aires*. Cette question a été traitée par M. Schwarz pour l'équation de Laplace $\Delta u = 0$, et constitue un des points les plus intéressants du beau travail de l'éminent géomètre sur le problème de Dirichlet; le procédé alterné peut, avec des modifications convenables, s'étendre à notre équation générale (4), et, par suite, *se trouve complètement effectuée la recherche de l'intégrale, d'ailleurs unique, de l'équation*

$$\Delta u = \mathrm{F}(u, x, y)$$

prenant une succession continue donnée de valeurs sur un contour fermé quelconque.

4. Parmi les équations rentrant dans le type précédent, arrêtons-nous sur l'équation suivante qui présente un grand intérêt, tant en Géométrie qu'en Analyse,

$$(5) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = ke^u,$$

où k désigne une constante positive : c'est l'équation de Liouville.

» Il est intéressant d'approfondir l'étude des intégrales de cette équation. Les intégrales, considérées jusqu'ici, étaient continues à l'intérieur de C ; je suppose maintenant qu'elles aient des points singuliers logarithmiques. J'entends qu'un point (a, b) est, pour une intégrale u, un point singulier logarithmique, si l'on a, dans le voisinage de ce point,

$$u = m \log[(x-a)^2 + (y-b)^2] + P(x, y),$$

P étant une fonction continue de x et y ; m désigne une constante. Soient, à l'intérieur de C, différents points (a, b), à chacun desquels est attaché un coefficient m. Dans le cas où tous les m sont supérieurs à -1, *on pourra déterminer l'intégrale de l'équation* (5), *prenant sur un contour quelconque* C *des valeurs données et ayant à l'intérieur les points singuliers logarithmiques* (a, b) *avec les coefficients donnés* m.

» Considérons ensuite une région du plan, comprenant le point à l'infini ; soit la partie du plan extérieure à une courbe fermée C. Le point à l'infini sera dit un point singulier logarithmique, avec le coefficient M, pour une intégrale u, si, faisant la transformation

$$x + iy = \frac{1}{x' + iy'},$$

on a, dans le voisinage de $x' = 0$, $y' = 0$,

$$u = -M \log(x'^2 + y'^2) + P(x', y'),$$

P étant continue. Dans le cas où M est inférieur à -1, on peut déterminer l'intégrale de l'équation, prenant sur C des valeurs données et ayant à l'infini un point singulier logarithmique avec le coefficient M.

» Nous pouvons maintenant envisager l'ensemble du plan, et étudier les intégrales uniformes de l'équation (5), continues, ainsi que leurs dérivées partielles, pour tout point de plan, à l'exception d'un certain nombre de

points (a_i, b_i) et du point à l'infini, qui seront des points singuliers logarithmiques avec les coefficients respectifs m_i et M. On suppose que $M + \Sigma m_i = 0$; les m sont supérieurs à -1, et M est inférieur à ce nombre.

» *Ces intégrales dépendent seulement d'une constante arbitraire, et une intégrale de cette sorte est déterminée quand on donne sa valeur en un point du plan distinct des points singuliers.*

» Après avoir étudié les intégrales sur le plan simple, il est facile d'étendre cette théorie au plan multiple, c'est-à-dire au plan recouvert d'un certain nombre de feuillets formant une surface de Riemann. On supposera, comme on le fait d'habitude, les points à l'infini distincts sur les n feuillets. A ces points à l'infini faisons correspondre n coefficients $M_1, M_2, \ldots, M_n$, et soient de plus sur la surface un certain nombre de points (a_i, b_i) avec les coefficients correspondants m_i; on a, par hypothèse,

$$\Sigma M + \Sigma m = 0.$$

» De plus, les M et les m satisfont aux mêmes inégalités que plus haut. Nous considérons les intégrales de l'équation différentielle (5), uniformes sur la surface de Riemann, et continues pour tout point de cette surface, sauf les n points à l'infini et les points (a, b), qui seront des points singuliers logarithmiques avec les coefficients respectifs M et m. La conclusion à laquelle nous sommes arrivé pour le plan simple subsiste ici : *les intégrales de cette sorte ne dépendent que d'une constante arbitraire.*

» Ces théorèmes ouvrent la voie à différentes recherches : je me contente, pour le moment, d'indiquer que l'équation précédente s'introduit tout naturellement dans la théorie des fonctions fuchsiennes. On peut aisément le prévoir, car cette équation se rattache, comme il est bien connu, à l'étude des surfaces à courbure constante négative, étude intimement liée à la Géométrie non euclidienne qui y trouve l'interprétation la plus simple. Mais le développement de cette idée m'entraînerait aujourd'hui trop loin des méthodes d'approximations successives qui font le lien des différentes parties de ce travail. »

CHIMIE. — *Sur quelques nouvelles fluorescences.*
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Zircone et* Zβ. — Avec deux centièmes de $Z\beta^2O^3$ dans la zircone, je n'ai obtenu qu'une fluorescence jaune ne donnant guère que le spectre atténué de $ZrO^2 + Z\alpha$.

» J'ai en outre examiné les fluorescences que peuvent donner les oxydes de Sm, Zα et Zβ mêlés à un excès d'acide stannique ou d'acide tantalique fortement calcinés.

» *Acide stannique et samarine.* — De l'étain et un peu de samarine furent traités ensemble par l'acide nitrique. On ajouta SH^2O^4 et l'on calcina vers la fusion de l'argent. La matière donne une faible fluorescence orangée. La même matière, fortement calcinée, produit au premier instant une fluorescence dont la teinte varie du jaune un peu orangé au jaune clair, suivant le degré du vide. Cette fluorescence s'affaiblit *très rapidement* par prolongation du courant induit. L'analyse de la lumière est assez difficile à faire.

λ	
623,2 environ.	Milieu apparent d'une petite bande très nébuleuse.
Vers 609,4.........	Milieu apparent d'une petite bande très nébuleuse, moins marquée, moins discernable et moins large que 623,2.
α 570,3.........	Raie un peu nébuleuse. Assez facilement visible au premier instant, mais s'éteignant rapidement.

» Quand on traite le même étain ainsi qu'il vient d'être dit, mais sans lui ajouter de samarine, on obtient, après forte calcination, une matière qui fluoresce en un jaune clair très analogue à celui de $SnO^2 + Sm$. Mais alors il ne m'a pas été possible de voir de raies : je n'ai observé qu'un spectre continu. Cette fluorescence, qu'on peut supposer due à des traces d'impuretés non déterminées, s'affaiblit d'ailleurs très vite par prolongation du courant induit.

» *Acide tantalique et samarine.* — De l'acide tantalique, mêlé de samarine, fut traité par SH^2O^4 et fortement calciné. La matière fluoresce en un orangé sombre qui s'affaiblit par prolongation du courant induit, mais moins vite que ne le font $ZrO^2 + Sm$ et $SnO^2 + Sm$. On ne voit guère que deux larges bandes nébuleuses assez faibles.

λ	
β 601,4 environ.	Milieu apparent d'une bande assez faible et *très nébuleuse*. Large de 25λ à 30λ.
α 563,1 environ.	Milieu apparent d'une bande très nébuleuse. Un peu plus nébuleuse à gauche qu'à droite. Intensité assez modérée. Notablement plus marquée que β601,4. Large de 15λ environ.

» Les positions de ces bandes se rapprochent de celles des bandes de

l'alumine samarifère modérément calcinée. Mais, avec l'alumine, la bande orangée est bien plus lumineuse que la verte et porte une raie assez distincte, dont je n'ai pas retrouvé l'analogue sur la bande orangée de $Ta^2O^5 + Sm$.

» *Acide stannique et* Zα. — L'acide stannique mélangé d'un centième de $Z\alpha^2O^3$ et fortement calciné ne m'a pas donné de fluorescence notable.

» *Acide tantalique et* Zα. — Avec un centième de $Z\alpha^2O^3$ dans le Ta^2O^5, on obtient, après forte calcination, une assez pâle fluorescence jaune verdâtre, qui s'affaiblit rapidement sous l'action du flux électrique. On voit aussi une trace de la bande verte de Zβ.

	λ.	
α	574,9 à 574,6 env.	Milieu apparent de la partie notablement éclairée d'une bande plus indécise à gauche qu'à droite. Cette position varie sensiblement avec l'intensité de la lumière. Facilement visible au premier instant, mais s'affaiblit vite. Large de 15 à 18 λ *environ*.
β	Vers 482...........	Milieu apparent de la partie la plus éclairée d'une bande très indécise, surtout à gauche, et d'intensité très modérée au premier instant. S'affaiblit vite. Bien plus faible que α. Cette position varie sensiblement avec l'intensité du spectre. Large de 19 à 23 λ *environ*.

» *Acide stannique et* Zβ. — Avec trois centièmes de $Z\beta^2O^3$ dans l'acide stannique, je n'ai pas obtenu de fluorescence notable.

» *Acide tantalique et* Zβ. — Avec trois centièmes de $Z\beta^2O^3$ dans le Ta^2O^5, on obtient, après forte calcination, une fluorescence d'un vert un peu jaune et assez jolie, quoique pas brillante. Cette fluorescence s'affaiblit bien un peu par prolongation du flux électrique, mais moins que ne le fait $Ta^2O^5 + Z\alpha$. On voit aussi une image atténuée de la bande jaune $Ta^2O^5 + Z\alpha$.

	λ.	
α	551,6 *environ*..	Commencement assez indécis de l'éclairage notable. Il y a encore un peu de lumière à gauche de 551,6.
	544,7.........	Milieu apparent de l'ensemble d'une bande un peu dégradée de droite à gauche. Assez bien marquée. La position varie légèrement avec l'intensité de la lumière.
	540,87........	Milieu d'une assez grosse raie, plus nébuleuse à gauche qu'à droite. Assez peu distincte du reste de la bande, dont elle forme le bord droit. Assez bien marquée.
	538,3 à 538,1.	Bord droit de la bande. Nébuleux, mais pas vague.

λ β *Vers* 490,4.........	Milieu apparent de la partie la plus éclairée d'une bande à bords vagues. Encore plus indécise à gauche qu'à droite. Intensité modérée. Beaucoup plus faible que α. Large de 12 à 14 λ *environ.*

» Les fluorescences que je viens de décrire offrent de nouveaux exemples de la pluralité des spectres obtenus avec une même matière active dans des dissolvants solides différents. On conçoit, d'ailleurs, aisément que les dissolvants solides, en se combinant avec une matière active, doivent toujours modifier les longueurs d'ondes des bandes, ainsi que la constitution de celles-ci, tout en laissant le plus souvent subsister chez les divers spectres de la matière active un air de famille qui permet d'en reconnaître à première vue l'origine commune. Mais, si l'on veut établir, *par des mesures exactes de longueurs d'ondes,* l'identité ou la diversité de deux matières actives, il est essentiel d'opérer sur des dissolvants solides absolument semblables.

» J'avais déjà signalé la rapide extinction de certaines fluorescences que produit l'échauffement des substances examinées. Cet effet peut dépendre à la fois de la nature de la matière active et de celle du dissolvant solide. Ainsi, au sein de la silice et de l'acide tantalique, l'échauffement affaiblit notablement la fluorescence de Zα, tandis que la fluorescence de Zβ est *relativement* peu altérée. Au sein de la zircone, les fluorescences de Zα et de Sm s'affaiblissent très vite par l'échauffement et beaucoup plus qu'elles ne le font dans la silice. L'action affaiblissante de l'échauffement dépend peut-être plus généralement encore de la nature du dissolvant solide que de celle de la matière active; mais chaque corps tend à communiquer à la combinaison dont il fait partie la propriété spéciale qui le distingue.

» La comparaison des fluorescences $Al^2O^3 + Sm$ et $SiO^2 + Sm$ est intéressante comme exemple des modifications différentes qu'une forte calcination des substances imprime aux spectres dérivés d'une même matière active. L'alumine samarifère, modérément calcinée, donne (ainsi que $Ga^2O^3 + Sm$) un premier type spectral constitué par trois bandes diffuses dont la centrale (orangée) porte une raie relativement distincte. La même $Al^2O^3 + Sm$, fortement calcinée, fournit un second type spectral tout différent; les trois bandes étant alors transformées en trois groupes de raies distinctes et beaucoup plus brillantes, dont les longueurs d'ondes moyennes sont supérieures à celles des bandes du premier type. Avec la

silice samarifère, une calcination aussi forte que celle appliquée à l'alumine samarifère ne produit que le premier type spectral, mais ce type est plus développé que dans $Al^2O^3 + Sm$, car les trois bandes sont beaucoup plus lumineuses, et chacune d'elles porte une forte raie. Il va sans dire que les positions des bandes et raies ne sont pas les mêmes dans $Al^2O^3 + Sm$ (modérément calciné) et dans $SiO^2 + Sm$. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Devaureix** adresse le résumé de ses observations à bord du navire à vapeur *le Médoc*, sur la compensation des compas à bord des bâtiments en fer.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, de Jonquières, Bouquet de la Grye, Cornu.)

M. **Vladislas de Turine** adresse, de Saint-Pétersbourg, un Mémoire intitulé « Quelques réflexions sur deux nouvelles méthodes qui peuvent être applicables à la détermination des poids moléculaires des métaux ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres** invite l'Académie des Sciences à désigner l'un de ses membres pour faire partie de la Commission du prix Fould (Histoire des arts du dessin, chez les peuples anciens jusqu'au siècle de Périclès).

MM. **A. Auvard, G. Eiffel, E. Goursat, E. Heckel, Ch. Lallemand, A. Nicolas, A. Verneuil** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Ed. Combescure,* Professeur à la Faculté de Montpellier.

ÉLECTRICITÉ. — *Résonance multiple des ondulations électriques de* M. Hertz. Note de MM. **Édouard Sarasin** et **Lucien de la Rive**, présentée par M. Cornu.

« Les remarquables recherches de M. Hertz sur les ondulations électriques [1] ont été répétées, croyons-nous, dans un grand nombre de laboratoires. Nous avons entrepris nous-mêmes, depuis un certain temps déjà, quelques essais [2] dans le champ si vaste et si riche dont ce savant a doté la Science. Nous ne nous arrêterons pas à celles de ces expériences qui confirment les faits énoncés par M. Hertz, et nous arrivons tout de suite à un point de ces recherches auquel nous avons plus particulièrement voué notre attention et sur lequel nous avons pu établir quelques données nouvelles.

» Parmi les expériences que M. Hertz décrit à l'appui de son hypothèse de la propagation ondulatoire de l'induction électrique, il en est une qui consiste à fixer, devant les deux capacités de son excitateur primaire, deux plaques de laiton desquelles partent normalement deux fils conducteurs, d'égale longueur, isolés à leurs extrémités, parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe du conducteur primaire. Le mouvement ondulatoire électrique excité par ce dernier se propage le long de ces fils jusqu'à leur extrémité isolée, où il est réfléchi. Les ondes réfléchies interférant avec les ondes directes donnent naissance à des ondes stationnaires séparées par des nœuds fixes équidistants. En effet, un résonateur circulaire promené entre ces deux fils, avec son plan normal à leur direction et son interruption à la partie supérieure, donne une étincelle qui passe alternativement par des maxima et des minima équidistants. Prenant un conducteur primaire de $1^{m},20$ d'amplitude, par exemple, et un résonateur de $0^{m},75$ de diamètre à l'unisson avec lui, on verra, à l'extrémité la plus éloignée des fils, l'étincelle du résonateur présenter un maximum dénotant un ventre,

---

(1) *Archives des Sciences physiques et naturelles,* 1889, t. XXI, p. 281.

(2) *Ibid.,* 1889, t. XXII, p. 283.

soit une réflexion sans changement de signe. A $1^m,20$ de cette extrémité, l'étincelle s'éteint pour reparaître plus loin, disparaître de nouveau à $4^m,20$, reparaître encore, puis disparaître à $7^m,20$, ainsi de suite. Ces inter-nœuds de 3^m environ donnent la mesure de la moitié de la longueur d'onde totale correspondant au conducteur primaire. Telle est l'expérience de M. Hertz, qui est très facile à répéter. Or, en la variant de différentes manières, nous avons obtenu des résultats différents, qui ne sont point en contradiction avec ceux de M. Hertz, mais les complètent sur certains points.

» Dans l'expérience que nous venons de décrire, le résonateur donne la longueur d'onde correspondant à l'amplitude du conducteur primaire, parce qu'on a eu soin de prendre, pour la révéler, un résonateur qui a la même période que lui. Celui-ci donne la longueur d'onde du primaire, mais surtout il donne la longueur d'onde qui lui est propre, et ce n'est que parce que c'est la sienne qu'il la donne. En effet, si l'on prend des résonateurs circulaires de grandeur quelconque, plus petite, par exemple des cercles de $0^m,50$ et de $0^m,35$ de diamètre, soumis à l'action du même primaire, on ne constate plus les nœuds aux mêmes points le long des fils, mais de tout autres nœuds, plus rapprochés les uns des autres avec le cercle de $0^m,50$ qu'avec celui de $0^m,75$, plus rapprochés encore avec celui de $0^m,35$. On le voit, ce n'est pas la période du primaire que donne le résonateur, mais une tout autre période, indépendante du primaire, lui appartenant en propre.

» Nous avons exécuté un grand nombre de mesures avec ces trois types de résonateurs. Les dispositions générales de l'expérience restant les mêmes, nous en avons fait varier beaucoup les circonstances secondaires : dimensions et disposition du conducteur primaire, écartement et longueur des fils, position du résonateur par rapport à ces fils, emploi d'un seul fil ou même d'un tube de cuivre à la place de ce fil unique, addition ou suppression des plaques de laiton à l'extrémité des fils près du primaire; toujours la position des nœuds révélés par un même résonateur est restée la même comptée à partir de l'extrémité la plus éloignée des fils.

» La disposition que nous avons finalement adoptée a été de prendre deux fils de cuivre de $1^{mm},8$ de diamètre et $10^m,60$ de long, bien fixes et tendus. Le résonateur circulaire se meut le long d'une règle graduée. Pour déterminer un nœud, on marque dans l'obscurité les deux points où se produit l'extinction de part et d'autre de ce nœud avec des jetons dont on lit ensuite la position moyenne sur l'échelle.

» Le Tableau suivant résume les mesures d'une des séries obtenues de la sorte, en gardant constamment le même primaire formé pour cette série de deux plaques de laiton carrées de 20^{cm} de côté, présentant entre elles un écartement de 48^{cm}, et en l'actionnant avec une machine de Ruhmkorff de 55^{cm} de longueur :

Distance des nœuds à l'extrémité libre des fils.

Distance	Cercle de 35cm. observée.	Cercle de 35cm. calculée.	Cercle de 50cm. observée.	Cercle de 50cm. calculée.	Cercle de 75cm. observée.	Cercle de 75cm. calculée.
	m	m	m	m	m	m
1er nœud.	0,60	0,60	0,78	0,78	1,24	1,24
2e »	2,03	2,07	2,73	2,67	4,19	4,23
3e »	3,56	3,54	4,46	4,56	7,23	7,22
4e »	5,09	5,01	6,52	6,45		
5e »	6,45	6,48	8,35	8,34		
6e »	7,90	7,95				
7e »	9,42	9,42				

Moyenne : de 6 inter-nœuds, 1,47; de 4 inter-n., 1,89; de 2 inter-n., 2,99.

» Ce Tableau montre que la distance du premier nœud à l'extrémité des fils est plus petite que le quart de la longueur d'onde, fait analogue à ce qui se passe pour la réflexion du son dans les tuyaux ouverts. Cette distance est à peu de chose près égale la moitié de la circonférence du cercle, comme le montre le Tableau suivant :

	Distance du premier nœud.	Demi-circonférence.
Cercle de 0,35......	0,60	0,55
» 0,50......	0,78	0,78
» 0,75......	1,24	1,17

ce qui semble indiquer que la réflexion dans le cercle de part et d'autre de l'interruption s'accomplit d'une manière analogue à la réflexion à l'extrémité des fils, les deux pôles du résonateur correspondant à deux ventres de signes contraires.

» Si l'on dispose un fil de jonction à l'extrémité des fils, il s'y produit un nœud, comme l'indique M. Hertz. En disposant un disque de laiton à l'extrémité libre de chacun des deux fils, nous avons obtenu le même résultat, mais les dimensions des inter-nœuds restent toujours les mêmes pour un même résonateur.

» Si l'on adapte aux extrémités du résonateur, de part et d'autre de l'interruption, de petits bouts de fil de cuivre, de longueur croissante, dont l'effet est d'augmenter toujours plus son amplitude, on obtient avec ce même cercle des inter-nœuds croissant de quantités équivalentes. Ajoutons que nous n'avons pas réussi à constater l'existence des nœuds avec un résonateur rectiligne, non fermé sur lui-même.

» Tous ces faits montrent, pensons-nous, que l'on peut dans le mouvement oscillatoire électrique qui émane d'un excitateur de M. Hertz révéler une onde d'une grandeur quelconque, entre certaines limites, la grandeur de l'onde dont on constate les ventres et les nœuds dans l'expérience ci-dessus ne dépendant que des dimensions du résonateur employé pour cela. On est fondé à admettre que le système ondulatoire électrique produit par un tel excitateur contient toutes les longueurs d'onde possibles entre certaines limites, chaque résonateur choisissant dans cet ensemble complexe,

pour en montrer les ondes stationnaires, l'ondulation dont la période correspond à la sienne propre. C'est donc ce qu'on peut appeler *résonance multiple* des ondulations électriques, comme on a déjà appelé *résonateurs* les appareils destinés à mettre en évidence le mouvement vibratoire.

» Cette multiplicité de la période du mouvement ondulatoire électrique n'a rien qui doive nous étonner à première vue ; mais il y avait, nous semble-t-il, un certain intérêt à la constater. »

M. Cornu, à l'occasion de cette Communication, ajoute la remarque suivante :

« Ces résultats montrent avec quelle réserve il convient d'accueillir les conséquences théoriques que M. Hertz a tirées de ses expériences, particulièrement en ce qui concerne la mesure de la vitesse de propagation de l'induction dans un conducteur rectiligne.

» La théorie de M. Hertz repose en effet sur deux éléments distincts :

» 1° Sur l'*hypothèse* fondamentale que l'étincelle de la bobine inductrice produit un ébranlement de *période fixe*, déterminée uniquement par la construction de l'excitateur;

» 2° Sur l'*observation d'une périodicité apparente* dans l'état électrique des fils induits.

» Alors l'Auteur, poursuivant l'assimilation du fil induit avec une colonne élastique vibrante, imagine qu'il existe une corrélation entre cette périodicité hypothétique de l'excitateur et la périodicité apparente de l'état électrique du fil; il détermine des nœuds et des ventres (c'est-à-dire l'analogue d'une longueur d'onde λ) à l'aide d'un appareil auxiliaire ou *résonateur électrique;* d'autre part, un calcul fondé sur des bases contestables lui fournit la période oscillatoire T de l'excitateur primaire, d'où il conclut, par la relation $\lambda = VT$, la vitesse V de propagation de l'induction dans le fil, analogue de la vitesse de propagation d'une onde électrique, vitesse qui, dans certains cas, se trouve identique à la vitesse de la lumière.

» Les expériences de MM. Sarasin et de la Rive nous apprennent que l'état oscillatoire de la charge électrique du fil induit, au lieu d'être invariable, comme doit l'être le régime vibratoire d'une colonne élastique soumise à une action de période unique et déterminée, dépend essentiellement du résonateur avec lequel on l'explore.

» Ce résultat est extrêmement grave pour la théorie de M. Hertz : en effet, le seul élément expérimental fixe et incontestable paraissait être la

valeur de la longueur d'onde de la propagation électrique corrélative d'une période bien définie de l'excitateur.

» Nous apprenons aujourd'hui que cette longueur d'onde est variable avec l'appareil d'observation : la théorie de M. Hertz est alors enfermée dans un dilemme dont les deux termes sont également fâcheux : l'expérience montrant que $\lambda = VT$ est variable, ou bien c'est la période T qui n'est pas fixe et unique, conclusion contraire à l'hypothèse fondamentale, à l'idée originale de l'auteur; ou bien c'est le facteur V qui est variable avec l'explorateur, conséquence absurde, puisque V doit représenter la vitesse de propagation de l'induction, c'est-à-dire une constante spécifique.

» On voit qu'il est très prudent de procéder comme l'ont fait MM. Sarasin et de la Rive, c'est-à-dire d'étudier d'abord et avec précision la méthode expérimentale, très curieuse, imaginée par M. Hertz, avant de songer à la présenter comme une démonstration de l'identité de l'électricité et de la lumière. »

PHYSIQUE. — *Sur le rapport entre les conductibilités électrique et thermique des métaux*. Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« Dans ma précédente Communication ([1]), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une méthode simple qui, réalisant le cas théorique du mur de Fourier, permettait de mesurer, à l'aide de simples déterminations de température, la conductibilité thermique des différents métaux relativement à celle du mercure. Comme j'avais déjà ([2]) mesuré cette dernière en valeur absolue, il en résulte que la méthode fournissait les conductibilités absolues des métaux étudiés.

» J'ai étendu, depuis lors, ces déterminations à différents métaux que je n'avais pas mis en expérience pendant mon premier travail. Ayant ainsi de bonnes mesures absolues de leurs conductibilités thermiques, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à leur comparer les valeurs de leurs conductibilités électriques déterminées sur les mêmes échantillons, ce qui est une condition essentielle de comparabilité.

» Pour cela, j'ai retiré de son anneau de garde la barrette qui y était enchâssée pour la mesure de la conductibilité thermique, et j'en ai déter-

---

([1]) *Comptes rendus*.

([2]) *Comptes rendus*, 25 juillet 1887.

miné la conductibilité électrique par la méthode du pont double de Sir W. Thomson. J'ai cherché ensuite le rapport des coefficients moyens k de conductibilité thermique aux coefficients moyens c de conductibilité électrique, mesurés tous deux entre 0° et 30°. Tous ces résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Métaux.	k.	c.	$\frac{k}{c}$.
Cuivre............	1,0405	$65,13 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{3}$
Zinc..............	0,303	$18,00 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{3}$
Laiton............	0,2625	$15,47 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{3}$
Fer...............	0,1587	$9,41 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{3}$
Étain.............	0,151	$8,33 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{3}$
Plomb............	0,0810	$5,06 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{3}$
Antimoine........	0,042	$2,47 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{3}$
Mercure..........	0,0201	$1,06 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{3}$

» On voit que l'ordre des conductibilités est le même pour la chaleur et l'électricité, mais que le rapport $\frac{k}{c}$ n'est pas rigoureusement constant. Je ne crois donc pas qu'il y ait proportionnalité absolue entre les coefficients de conductibilité électrique et thermique.

» J'avais d'ailleurs, dans un travail précédent, étudié la variation du coefficient de conductibilité thermique du mercure entre 0° et 300°. J'avais trouvé que le coefficient moyen de variation était, pour 1°, — 0,00046, nombre différent du coefficient de variation correspondant de la conductibilité électrique, qui est — 0,00085.

» La loi de la proportionnalité des deux conductibilités n'est donc exacte qu'approximativement, à peu près dans les conditions de la loi de Dulong et Petit relative aux chaleurs spécifiques [1]. »

CHIMIE. — *Chaleur de formation du chlorure platinique.* Note de M. L. **Pigeon**, présentée par M. Troost.

« Le chlorure platinique peut être obtenu, comme je l'ai fait voir précédemment (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1009), en décomposant par la chaleur, dans un courant de chlore, une combinaison anhydre que ce chlorure forme avec le chlorure sélénique. Une fois établie la complète

(1) Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

stabilité de ce corps, même à 360°, dans une atmosphère de chlore, je me suis proposé de compléter son étude et de déterminer sa chaleur de formation. J'ai cherché, par conséquent, à préparer le chlorure platinique par une méthode pratique et capable d'en fournir de notables quantités. On y parvient facilement en préparant tout d'abord l'acide chloroplatinique, et chauffant celui-ci dans un courant de chlore, à la température bien définie de 360° que donne la bouteille à mercure.

» I. Pour obtenir une quantité suffisante d'acide chloroplatinique bien exempt de produits nitreux, j'ai trouvé préférable de ne pas employer l'attaque du métal par l'eau régale. Si l'on emploie ce procédé, on doit en effet faire, après l'attaque, plusieurs évaporations à sec en présence d'acide chlorhydrique; si, pendant la dernière évaporation, la température devient trop élevée, on peut craindre que la composition du produit ne soit notablement altérée. Il m'a paru plus sûr de décomposer, par le chlore, du chloroplatinate d'ammoniaque mis en suspension dans l'eau : l'opération se fait commodément dans un ballon à long col que l'on chauffe, vers 110°, dans un bain d'eau salée. Lorsque toute trace d'ammoniaque a disparu, on soumet à l'évaporation la liqueur, d'abord à une chaleur douce, puis dans le vide sec à la température ambiante; cette liqueur abandonne alors de beaux prismes rouge orangé, déliquescents, d'acide chloroplatinique.

» Cette matière a été souvent décrite, notamment par Weber (*Poggendorff's Annalen*, t. 31, p. 441) et par Topsöe (*Résumé du Bulletin de la Société royale danoise des Sciences pour* 1868). L'analyse a donné la composition suivante, en parfait accord avec la formule $PtCl^4$, $2HCl$, $6H^2O$ que ces deux savants lui ont assignée :

	Calculé.	Trouvé.
Platine	37,57	38,22
Chlore	41,04	40,63
Hydrogène	0,38	»
Eau	21,01	»
	100,00	

» Si l'on chauffe à 360° les cristaux dont je parle, ils perdent leur eau et leur acide chlorhydrique, mais ils fondent tout d'abord dans l'eau de cristallisation, puis la matière fondue se boursoufle et projette. Il vaut mieux abandonner d'abord ces cristaux pendant quelques jours dans le vide sec, au-dessus de la potasse fondue, à une température douce : ils s'effleurissent bientôt et ne contiennent plus que deux molécules d'eau environ, au lieu de six; chauffés dans le chlore à 360°, ils se comportent

comme il est dit plus haut, sauf qu'ils ne fondent pas. Ils laissent une matière pulvérulente, brune, identique pour l'aspect et les propriétés à celle que j'ai précédemment décrite. L'analyse lui assigne la formule $PtCl^4$:

	Calculé.	Trouvé.
Platine	57,87	57,79
Chlore	42,13	41,80
	100,00	

» J'ai cru devoir faire des vérifications de mes analyses, en déterminant le poids de platine que laisse la substance lorsqu'on la calcine seule dans un creuset : j'ai rencontré, en faisant cette expérience, un fait intéressant à signaler. Si l'on n'a pas soin de conduire cette calcination d'une façon très lente, on constate que le creuset, dont la température n'a pas dépassé le rouge très sombre, s'est tapissé sur ses parois de cristaux de platine, déjà reconnaissables à l'œil nu, et qui présentent, lorsqu'on les regarde au microscope, des faces et des arêtes très nettes. Il y a donc déjà volatilisation apparente du platine à une température relativement très basse, inférieure de plusieurs centaines de degrés à celle que réalisaient MM. Troost et Hautefeuille (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 947) dans leurs recherches sur la volatilisation du platine dans le tube chaud et froid, au milieu d'un courant de chlore. Le résultat que j'indique ici est d'ailleurs tout à fait analogue à celui qu'a obtenu M. Moissan (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 807) dans son travail récent sur le fluorure platinique. Une calcination extrêmement lente permet seule d'éviter ce transport du platine sur les parois et le couvercle du creuset.

» II. M. Thomsen a déterminé, en 1877 (*Journal für praktische Chemie*, t. XV, p. 435), la chaleur de formation de l'acide chloroplatinique à partir du platine, du chlore et de l'acide chlorhydrique dissous : il a trouvé que la réaction



$$Pt\,\text{sol.} + Cl^4\,\text{gaz} + 2HCl\,\text{diss.} = PtCl^4, 2HCl\,\text{diss.}$$

correspond à $84^{cal},6$ dégagées.

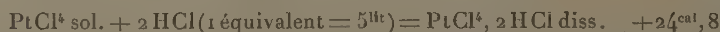
» Je me suis proposé de chercher, à l'aide du produit dont je viens d'indiquer la préparation, la chaleur de formation du chlorure anhydre, correspondant à la réaction



$$Pt\,\text{sol.} + Cl^4\,\text{gaz} = PtCl^4\,\text{sol.}$$

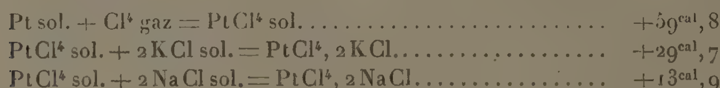
» A cet effet, le chlorure anhydre a été dissous dans l'acide chlorhy-

drique dilué (7^gr^,3 par litre). La quantité d'acide employé était environ cinq fois celle qui aurait été nécessaire pour former l'acide chloroplatinique. J'ai vérifié d'ailleurs qu'un excès d'acide chlorhydrique, ajouté à la dissolution de cet acide chloroplatinique, ne donne lieu à aucun dégagement de chaleur appréciable. — La dissolution du chlorure anhydre est immédiate, et le dégagement de chaleur instantané. J'ai obtenu, à la température de 11°,



$$PtCl^4 \text{ sol.} + 2HCl(1 \text{ équivalent} = 5^{lit}) = PtCl^4, 2HCl \text{ diss.} \quad +24^{cal},8$$

» En comparant ce nombre avec ceux de M. Thomsen, on trouve :



$$Pt \text{ sol.} + Cl^4 \text{ gaz} = PtCl^4 \text{ sol.} \quad +59^{cal},8$$
$$PtCl^4 \text{ sol.} + 2KCl \text{ sol.} = PtCl^4, 2KCl \quad +29^{cal},7$$
$$PtCl^4 \text{ sol.} + 2NaCl \text{ sol.} = PtCl^4, 2NaCl \quad +13^{cal},9$$

» J'ai déterminé aussi la chaleur de dissolution de l'acide chloroplatinique. La mesure que j'en ai faite a porté sur 32^gr^,12 de ce corps, soit $\frac{1}{16}$ du poids moléculaire. La dissolution de $PtCl^4, 2HCl, 6H^2O$ correspond à $4^{cal},34$ dégagées. Ce nombre est relatif à la dissolution du corps dans environ quinze fois son poids d'eau : il se rapporte à la température de 14°.

» On peut conclure de là la chaleur de formation de l'acide chloroplatinique solide $PtCl^4, 2HCl + 6H^2O$ à partir de $PtCl^4$ sol. et HCl diss.; elle correspond à $20^{cal},5$ dégagées.

» Il reste encore à déterminer, pour compléter l'étude thermochimique du chlorure platinique, sa chaleur de dissolution dans l'eau et celle de son hydrate. Il semble que, pour obtenir la première de ces données, il suffise de projeter dans l'eau le chlorure anhydre. Cette expérience, que j'ai faite, ne m'a pas encore donné de résultats satisfaisants : la dissolution, au moment même où on la prépare, n'est pas limpide; elle contient en suspension un solide jaune clair, et ce n'est qu'après un temps assez long que la liqueur devient claire d'elle-même. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'hydrogène phosphoré gazeux avec les fluorures de bore et de silicium*. Note de M. **Besson**, présentée par M. Troost.

« L'hydrogène phosphoré gazeux bien sec semble sans action sur le fluorure de bore à la température ordinaire; mais, si l'on fait arriver les

deux gaz dans une enceinte refroidie, la combinaison semble déjà se produire vers — 30°. Mais, en raison de la difficulté que l'on éprouve à condenser le produit de la réaction en présence d'un excès des gaz réagissants, la température a dû être portée jusqu'à — 50° ; on voit alors se déposer un corps solide blanc, qui se teinte en jaune quand la température s'élève, en même temps qu'il se décompose. Si l'on recueille les produits gazeux qui se dégagent lorsque le corps revient à la température ambiante ou qu'on le chauffe légèrement, on constate que le mélange gazeux recueilli est formé de deux volumes de fluorure de bore pour un volume de gaz hydrogène phosphoré renfermant de l'hydrogène en excès : c'est qu'en même temps une partie de l'hydrogène phosphoré gazeux s'est transformée en phosphure solide d'hydrogène, qui tapisse les parois du tube dans lequel s'est faite la réaction; cette production de phosphure solide explique la présence de l'hydrogène libre en excès. Cette décomposition permet d'assigner à la combinaison la composition représentée par la formule



$$2BoFl^3 + PhH^3.$$

» Ce corps est décomposable par l'eau, avec mise en liberté d'hydrogène phosphoré gazeux.

» La combinaison directe de l'hydrogène phosphoré avec le fluorure de silicium n'a pu être obtenue sans le secours de la pression, même en faisant passer le mélange des gaz, déjà refroidis par un mélange réfrigérant, dans un tube refroidi par de l'acide carbonique solide mélangé d'éther. Mais si l'on introduit dans le tube Cailletet un mélange de deux volumes d'hydrogène phosphoré avec trois volumes de fluorure de silicium, puis, refroidissant à — 22°, qu'on comprime le mélange vers 50 atmosphères, on voit les parois du tube se tapisser de petits cristaux blancs très brillants, dont le volume augmente quand on maintient la pression pendant un temps assez long. C'est cette proportion des gaz qui semble la plus favorable à la production des cristaux, bien qu'on en puisse encore obtenir quand le volume gazeux est formé soit de volumes égaux des deux gaz, soit de deux volumes de fluorure de silicium pour un volume de gaz hydrogène phosphoré. Mais on obtient plus de cristaux, même à — 40°, si les proportions des gaz sont : deux volumes d'hydrogène phosphoré pour un volume de fluorure de silicium ou un volume d'hydrogène phosphoré pour trois de fluorure de silicium. On peut donc admettre que la composition de ces cristaux répond à deux volumes de gaz hydrogène phosphoré pour trois volumes de fluorure de silicium, ou à une proportion voisine.

» Ces combinaisons et quelques autres qui restent à étudier rendent plus étroites les analogies du gaz hydrogène phosphoré avec l'ammoniaque. »

PHYSIQUE. — *Sur l'état d'équilibre que prend, au point de vue de sa concentration, une dissolution gazeuse primitivement homogène, dont deux parties sont portées à des températures différentes.* Note de M. **P. van Berchem**, présentée par M. Friedel.

« L'étude d'une dissolution saline placée dans les mêmes conditions a été faite par M. Ludwig (1), qui a trouvé, pour une dissolution de sulfate de soude, qu'il y avait concentration du sel dans la partie froide, et par M. Ch. Soret (2). Ce dernier trouve pour l'azotate de potassium, les chlorures de lithium, potassium et sodium : 1° qu'il se produit un phénomène de diffusion par suite duquel la concentration tend à augmenter dans la partie froide, aux dépens de la partie chaude; 2° que la différence qui s'établit croît avec la concentration du liquide; 3° que, dans la série des chlorures alcalins, la différence est d'autant plus grande pour une même concentration absolue que le poids moléculaire du sel est plus élevé.

» Les recherches ont porté sur l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque, leur très fort coefficient de solubilité permettant d'apprécier de faibles différences de concentration. L'appareil employé était celui de M. Soret. Les dissolutions étaient introduites dans des tubes droits verticaux dont les parties supérieures pénétraient par des moufles dans une chaudière maintenue à 50° environ, et les parties inférieures plongeaient dans un réservoir d'eau froide maintenue à 15°. L'ouverture des tubes se faisait en cassant les deux extrémités effilées et en recevant successivement les deux portions chaude et froide dans des flacons distincts. Ces fractions étaient dosées à l'aide de liqueurs titrées très étendues. Bien que les résultats ne soient pas exactement les mêmes pour les différents tubes, ils indiquent une concentration dans la partie froide : les chiffres indiquent le poids de gaz par 1^{cc} de la solution.

(1) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. II, p. 48; 1879, et t. IV, p. 209; 1880.
(2) *Wiener Ber.*, t. XX, p. 339; 1856.

Acide chlorhydrique. — Tubes droits.

Durée de l'expérience.	Parties froide.	Parties chaude.	Différence.
jours	gr	gr	gr
14	0,1393	0,1365	0,0028
14	0,1402	0,1348	0,0054
14	0,1429	0,1368	0,0061
14	0,2041	0,2023	0,0018
14	0,2072	0,2009	0,0061
42	0,1682	0,1634	0,0048
42	0,1713	0,1705	0,0008
42	0,1731	0,1685	0,0046

» Les résultats n'étaient plus réguliers avec les dissolutions d'ammoniaque. On pouvait le prévoir; car, la densité des dissolutions d'ammoniaque allant en diminuant avec leur concentration, si la concentration devait se produire dans la partie froide, c'est-à-dire en bas, cette partie, devenant plus légère, se serait mise à monter, et le courant ainsi engendré aurait empêché tout état d'équilibre. On employa alors des tubes en U renversé dont chaque branche plongeait dans l'un des deux réservoirs juxtaposés. Deux ampoules étaient soufflées vers le haut des branches et l'on soudait sur le milieu de la courbure de l'Ω un petit tube effilé. Au remplissage, on y laissait une bulle d'air. Pour vider les tubes, on cassait les ampoules et le tube effilé; le liquide de la partie intermédiaire s'écoulait et les deux portions, chaude et froide, contenues dans la partie inférieure des branches, étaient recueillies séparément, en brisant les deux pointes inférieures, dans des flacons contenant de la liqueur titrée et pesés. On évitait ainsi toute perte de gaz. Les chiffres suivants indiquent le poids de gaz pour 1gr de la solution :

Ammoniaque. — Tubes en Ω.

Durée de l'expérience.	Parties froide.	Parties chaude.	Différence.
	gr	gr	gr
13	0,1383	0,1350	0,0033
21	0,1410	0,1415	— 0,0005
21	0,1392	0,1364	0,0028
34	0,1403	0,1400	0,0003
34	0,1413	0,1405	0,0008
34	0,1442	0,1405	0,0037

» La concentration se fait donc aussi dans la partie froide; elle est du même ordre que pour l'acide chlorhydrique et que pour les sels étudiés par M. Ch. Soret.

» Les variations des chiffres ci-dessus proviennent de l'imperfection de la méthode et ne permettent pas de voir l'influence produite par la durée de l'expérience ou par la concentration de la dissolution.

» Il restait à s'assurer que la concentration dans les tubes en Ω ne provenait pas d'une distillation de la branche chaude dans la froide par l'intermédiaire de la bulle d'air contenue dans le petit tube.

» Trois tubes incomplètement remplis, dont les fractions chaudes et froides étaient entièrement séparées par de l'air, ont donné les résultats suivants :

Durée de l'expérience.	Parties froide.	Parties chaude.	Différence.
	gr	gr	gr
1 jour	0,3222	0,1720	0,1502
3 heures.........	0,2369	0,2028	0,0341
5 »	0,1418	0,1169	0,0249

» Cette concentration d'un ordre plus élevé et obtenue dans un temps beaucoup plus court provient évidemment de distillation. Puisqu'elle n'a pas été obtenue dans les tubes entièrement remplis, c'est qu'il existe bien un état d'équilibre spécial pour une dissolution gazeuse dont deux parties sont portées à des températures différentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observation sur le pouvoir rotatoire de la* matézite *et du* matézo-dambose. Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai présenté à l'Académie des Sciences, au mois de novembre 1873, un Mémoire sur une matière sucrée nouvelle que je venais de découvrir dans la sève des lianes à caoutchouc de l'île de Madagascar. A cette matière j'ai donné le nom de *matézite,* pour rappeler le nom de *mateza roritana* sous lequel, d'après les renseignements qu'a bien voulu me donner M. A. Grandidier, les Malgaches désignent le caoutchouc.

» En soumettant la matézite à la réaction générale que j'avais, pour la première fois, appliquée à la dambonite, je l'ai dédoublée, d'un côté en iodure de méthyle, d'un autre en un isomère des glucoses, que, pour le

rapprocher du dambose fourni par la dambonite, j'ai désigné sous le nom de *matézo-dambose*.

» Dans la Note résumant les propriétés de ces corps et insérée aux *Comptes rendus* (t. LXXVII, p. 995), j'ai, à cette époque, troublé par de douloureuses préoccupations de famille, laissé se glisser deux erreurs numériques, résultant soit d'une faute de copie, soit d'une faute d'impression; ces erreurs sont relatives au pouvoir rotatoire de la matézite et à celui du matézo-dambose. Les chiffres qui représentent ces pouvoirs sont, dans la Note que je rappelle, inexactement reproduits.

» Les publications récentes de MM. Maquenne et Ch. Combes ayant rappelé mon attention sur ce travail déjà ancien et que j'ai abandonné depuis dix-sept ans, j'ai recherché dans mes cahiers d'expérience le détail des déterminations que j'avais faites en 1873, et j'ai aussitôt reconnu l'erreur qui avait été commise.

» Pour le bien établir, je reproduis ici les données de ces déterminations, dont le résultat a été calculé à l'aide de la formule de M. Berthelot $\alpha_D = \rho \frac{V}{pl}$:

	Matézite.	Matézo-dambose.	
		I.	II.
Matière employée.	$2^{gr},447$	$0^{gr},583$	$0^{gr},212$
Volume..........	$20^{cc},6$	$20^{cc},6$	$20^{cc},6$
Rotation.........	$15^{\circ},5$ ↗	$3^{\circ},55$ ↗	$1^{\circ},4$ ↗
$\alpha_D =$	$65^{\circ},2$ ↗	$62^{\circ},8$ ↗	$68^{\circ},0$ ↗
	Moyenne..........	$65^{\circ},4$.	

» Les deux pouvoirs rotatoires observés par moi en 1873, pour la matézite et le matézo-dambose, sont donc égaux, et non différents, comme le faisaient supposer les chiffres (79° et 6°) insérés par erreur aux *Comptes rendus*.

» Possédant encore une petite quantité de ces produits rares, j'ai voulu, ces jours derniers, déterminer à nouveau leurs pouvoirs rotatoires, à l'aide des instruments plus précis que nous possédons aujourd'hui, et j'ai obtenu les résultats suivants :

	Matézite.	Matézo-dambose.
Matière employée...........	$0^{gr},725$	$0^{gr},695$
Volume.....................	$20^{cc},0$	$20^{cc},0$
Rotation....................	$4^{\circ},7$ ↗	$4^{\circ},5$ ↗
$\alpha_D =$	$64^{\circ},7$ ↗	$64^{\circ},7$ ↗

» L'identité du pouvoir rotatoire de la matézite et du matézo-dambose se trouve ainsi absolument confirmée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une inosite nouvelle, la racémo-inosite.* Note de MM. **Maquenne** et **Ch. Tanret**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons établi récemment, chacun de notre côté (1), que, sous l'action de l'acide iodhydrique, la pinite et la québrachite se dédoublent en iodure de méthyle et inosites actives : la pinite donnant une inosite dextrogyre et la québrachite, une inosite lévogyre, dont nous avons fait connaître les principales propriétés. Or, en comparant celles-ci, et notamment leurs pouvoirs rotatoires, il nous est venu à l'idée que nous pourrions bien avoir affaire à des sucres qui auraient entre eux les mêmes relations que les acides tartriques droit et gauche; et c'est ainsi que nous avons été amenés à entreprendre en commun le travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Nos recherches, répétées avec les mêmes instruments sur les deux inosites, ont donné les résultats suivants :

» 1° Elles ont un pouvoir rotatoire exactement égal, mais de sens contraire : $[\alpha_D] = +65°$ pour l'inosite dextrogyre, $[\alpha_D] = -65°$ pour l'inosite lévogyre, toutes deux prises à l'état anhydre, et $[\alpha_D] = \pm 55°$ pour les sucres hydratés, ce qui correspond sensiblement au chiffre calculé. Ces valeurs ont été obtenues avec des solutions au $\frac{1}{10}$ et au $\frac{1}{20}$, et nous nous sommes assurés qu'elles sont les mêmes, que la dissolution ait été faite à chaud ou à froid. Les inosites actives ne présentent donc pas le phénomène de la birotation, si fréquent chez les sucres.

» 2° Cette égalité de pouvoirs rotatoires en sens inverse se retrouve dans leurs éthers acétiques. C'est ainsi que nous avons trouvé, pour celui de l'inosite dextrogyre : $[\alpha_D] = +9°,75$, et pour celui de l'inosite lévogyre : $[\alpha_D] = -10°$.

» Ces deux éthers, également amorphes, se ramollissent à la chaleur de la main.

» 3° Elles se ramollissent sans se décomposer vers 210° et fondent en même temps à 247°.

---

(1) Maquenne, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 812 et 968; C. Tanret, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 908.

» 4° Leurs éthers benzoïques, qui sont l'un et l'autre cristallisés en aiguilles brillantes, ont le même point de fusion : 252°. Ils n'ont pu, à cause de leur peu de solubilité, être examinés au polarimètre.

» 5° Toutes deux cristallisent dans l'eau avec 2 molécules d'eau. Cependant, l'inosite dextrogyre peut aussi cristalliser dans l'eau froide en cristaux anhydres, ce qui n'a pu être obtenu avec l'inosite lévogyre.

» 6° Les deux inosites actives cristallisées avec 2 molécules d'eau ont sensiblement la même solubilité : la dextrogyre se dissolvant à 14° dans 2,13 parties d'eau, et la lévogyre dans 2,3 parties d'eau à 12°. Celle des corps anhydres est identique et notablement plus élevée : nous avons trouvé, en effet, qu'ils sont solubles dans 1,5 partie d'eau à 11°.

» 7° Elles se comportent exactement de la même manière vis-à-vis des réactifs.

» 8° Cristallisées avec 2 molécules d'eau, elles se présentent sous la forme de prismes rhomboïdaux hémièdres.

» Ce parallélisme de propriétés physiques et chimiques était bien de nature à faire espérer un racémique. Nous avons été assez heureux pour l'obtenir.

» Si l'on dissout séparément 1 partie de chaque inosite active dans 4 parties d'eau et qu'on mêle les liqueurs, on ne tarde pas à voir une abondante cristallisation tapisser les parois du vase. C'est la racémo-inosite, autrement dit l'inosite inactive par compensation qui s'est formée. Ses propriétés physiques sont absolument différentes de celles de ses générateurs; ajoutons qu'elles le sont également de celles de l'inosite ordinaire. En effet, la racémo-inosite donne des solutions inactives sur la lumière polarisée; elle fond à 253°, sans se ramollir auparavant, par conséquent une trentaine de degrés plus haut que l'inosite ordinaire, et, contrairement à cette dernière, la racémo-inosite ne se dépose de ses solutions froides qu'en cristaux anhydres; sa solubilité est de dix à quinze fois moindre que celle des inosites actives, car elle ne se dissout que dans 22 parties d'eau à 15° et dans 26 parties à 11°. Elle donne, avec l'anhydride acétique, un éther cristallisé, qui fond à 111°; et avec le chlorure de benzoïle, un éther benzoïque, cristallisé en aiguilles microscopiques et d'aspect cotonneux, qui fond à 217°. Enfin, la solution de la racémo-inosite additionnée de liqueur de Fehling ne verdit pas à chaud, ainsi qu'il arrive avec l'inosite ordinaire. Quant à sa composition, l'analyse a montré, ce qui était à prévoir, qu'elle est identique à celle des autres inosites.

» La racémo-inosite est donc bien une nouvelle espèce chimique, qui est

à l'inosite dextrogyre et à l'inosite lévogyre ce que l'acide paratartrique ou racémique est à l'acide tartrique droit et à l'acide tartrique gauche; les dénominations que nous avons appliquées à ces sucres se trouvent donc justifiées. Dans ce cas, l'inosite ordinaire de la chair musculaire, des haricots verts, des feuilles de noyer, etc., deviendrait l'inosite inactive par nature, correspondant à l'acide tartrique inactif. C'est ce que nous nous proposons de vérifier en appliquant aux inosites les procédés qui ont si bien réussi à M. Jungfleisch, pour passer d'un acide tartrique à un autre, en même temps que nous compléterons l'étude des différentes inosites.

» Les résultats que nous venons d'exposer offrent ainsi le premier fait d'isomérie optique que l'on connaisse dans la série des sucres, isomérie dont M. Pasteur a découvert le premier exemple et qui n'a été signalée jusqu'ici que dans un petit nombre de corps. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'utilisation et les transformations de quelques alcaloïdes dans la graine pendant la germination.* Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. A. Chatin.

« On s'est, depuis longtemps, posé la question de savoir ce que deviennent les alcaloïdes ou les principes actifs azotés des graines, durant la germination, et cependant, malgré les recherches aussi nombreuses que profondes auxquelles les phénomènes chimiques de la germination ont donné lieu (Detmer, *Vergleichende Physiologie des Keimungsprocess der Samen*, Iéna, 1880; A. Jorissen, *Les phénomènes chimiques de la germination*, Bruxelles, 1886), la question n'a pas été abordée. Il était cependant intéressant de connaître si, comme on l'a supposé, ces alcaloïdes sont des déchets organiques inutilisables, ne servant qu'à protéger les graines contre la dent des animaux, ou si, fragments des matières albuminoïdes, comme le dit Jorissen, ils constituent des réserves nutritives azotées destinées à être utilisées directement ou indirectement par le jeune végétal issu de la graine.

» Mes recherches ont porté sur la *strychnine*, la *brucine*, la *daturine*, du groupe pyridique, et sur la *caféine*, du groupe urique.

» En ce qui concerne la *caféine*, les graines mises en cause ont été celles de *Sterculia acuminata* P. de Beaur. Leur richesse en caféine et leur volume considérable les imposaient à mon choix. Ces semences, mises à germer en serre chaude, ont donné des pieds bien développés sur lesquels les co-

tylédons ont pu être enlevés à des époques différentes, pour être analysés. Ces cotylédons, après avoir verdi et triplé de volume, se conservent intacts et attenants à la jeune tige jusqu'à la fin de la troisième année environ qui suit la germination; après ce temps, ils pourrissent. Les graines fraîches de kola contiennent $2^{gr},37$ pour 100 de caféine; après une année de germination, il en reste $1^{gr},072$; après deux ans $0^{gr},70$; après trois ans $0^{gr},21$. En même temps que la caféine disparaît, il se forme dans la graine deux produits nouveaux : 1° de la *chlorophylle;* 2° du *nitrate de potasse*, qui n'existent jamais dans les cotylédons non germés.

» Ce phénomène de nitrification, qui fait disparaître la *caféine* au profit de la jeune plantule, est comparable, étant donné le groupe auquel appartient la caféine, à celui que M. Lundstrœm a relevé dans plusieurs végétaux et notamment dans le caféier, dont les feuilles sont le siège de la formation d'organes désignés par cet auteur sous le nom de *domaties*. Les excréments des Acariens qui habitent ces organes transforment leur urée, sous l'influence des bactéries, en salpêtre qui est absorbé par l'épithélium spécial des domaties.

» En ce qui concerne les alcaloïdes du groupe pyridique, mes recherches ont porté sur les graines de *Strychnos nux-vomica* et de *Datura stramonium*. J'ai constaté que, dans un laps de temps relativement court (deux à cinq mois suivant les dimensions des graines), tous les alcaloïdes contenus dans l'endosperme ont disparu après avoir été transformés en substances plus assimilables, et cela sous l'influence de l'embryon; car, privées au préalable de leur germe, les mêmes graines, enfouies dans la terre humide, conservent longtemps leurs alcaloïdes sans transformation.

» Dans *Physostygma venenosum*, l'*ésérine* est transformée pendant le mouvement germinatif dans les cotylédons eux-mêmes, que la graine ait été semée avec ou sans sa gemmule. Dans les deux cas, on ne retrouve plus les propriétés physiologiques si caractéristiques de l'ésérine, dans l'extrait obtenu des cotylédons. Il existe donc, dans le tissu cotylédonaire endospermique, les éléments de la transformation de cet alcaloïde.

» Du reste, que les graines soient ou non pourvues d'un endosperme, la disparition des alcaloïdes dans les organes où ils se localisent est complète à un moment donné, et ces alcaloïdes transformés ont passé dans la jeune plante; car on ne retrouve plus, par l'analyse, dans la graine ni les alcaloïdes avec leurs réactions connues et caractéristiques, ni les substances azotées auxquelles ils donnent forcément naissance par leur transformation. Il reste à connaître la nature des modifications subies par les alcaloïdes.

» Mais il demeure démontré par ces faits que, contrairement à certaines opinions, les alcaloïdes sont, dans les semences, de véritables réserves alimentaires qui, pour être assimilées, ont besoin d'être transformées dans leur constitution chimique.

» Les expériences de M. O. Réveil (*De l'action des poisons sur les plantes*, Lyon; 1865), qui, en arrosant des végétaux avec les solutions salines de leurs propres alcaloïdes, n'arrivait qu'à les faire mourir, prouvent d'une autre manière que les composés ne peuvent impunément être absorbés directement : il ne faut donc pas voir dans les bases organiques une forme diffusible des combinaisons azotées. »

ZOOLOGIE. — *Sur la parenté des Annélides et des Mollusques.* Note de M. A. Giard.

« Le Rapport sur le grand prix des Sciences physiques, publié dans les *Comptes rendus* du 30 décembre 1889, renferme (p. 1055) la phrase suivante : « Ce qui, dans le travail de M. Roule, mérite surtout d'attirer l'attention, c'est la place qu'il assigne aux Annélides dans la série animale. *Il en fait des proches parents des Mollusques.* »

» Qu'il me soit permis de rappeler que, bien avant Hatschek et, par suite, avant Roule, j'ai émis la même opinion comme conclusion de mes recherches sur l'embryogénie comparée de certaines Annélides et de certains Mollusques.

» Le 24 janvier 1876, à la fin de ma dernière Note sur le développement de *Salmacina Dysteri* Huxley, j'écrivais dans les *Comptes rendus :*

» *Résultats généraux.* — La formation des organes des sens indépendamment du système nerveux et avant l'achèvement de ce système, la présence d'organes respiratoires exodermiques, la naissance tardive de l'appareil circulatoire, sont autant de caractères rapprochant l'embryon de *Salmacina* de celui des Mollusques. La divergence entre les Mollusques et les Annélides commence seulement après le stade *Trochosphæra* et, même après ce stade, les concordances morphologiques et les ressemblances histologiques entre les deux types sont encore très nombreuses. *La parenté des Mollusques et des Annélides est certainement plus prochaine que celle de ces dernières avec les Arthropodes;* l'existence de métamères chez les Arthropodes et chez les Annélides a masqué aux yeux des naturalistes les véritables affinités. C'est parmi les Rotifères qu'il faut chercher les origines des trois groupes : les Gastérotriches conduisent aux Annélides par le genre *Hemidasys* [1].... Les affinités des

---

[1] Je considérerais plutôt aujourd'hui le genre *Dinophilus* comme plus ancestral : mais cela n'a qu'une importance secondaire pour le point qui nous occupe.

embryons de Gastéropodes avec ceux des Rotifères (*Brachionus*) ont déjà été mises en lumière par les belles recherches de Salensky.

» Quelques mois plus tard, je disais encore :

» La concordance parfaite que fournit la superposition des premiers stades embryonnaires et la présence générale du stade *Trochosphæra* chez les Mollusques, les Annélides polychætes, les Rotifères, les Brachiopodes et les Bryozoaires, nous montrent de la façon la plus évidente que ces différents groupes appartiennent à une même masse.

» Que si l'on m'objecte que l'embryogénie des Oligochætes, des Hirudinées, des Céphalopodes, des Nématodes présente des dissemblances considérables avec celle des types précédemment énumérés, je répondrai que ces groupes sont tellement unis aux précédents par une série de formes voisines au point de vue anatomique et organogénique, que nous devons les considérer comme les extrémités de ces séries rameuses dont Lamarck signalait déjà l'existence au sein de ses masses fondamentales. Peut-être même quelques-uns de ces groupes (Nématodes, Oligochætes) ont-ils divergé de la souche commune avant le stade *Trochosphæra*. Il ne faut pas, en effet, nous en laisser imposer par la forme extérieure, et il y a plus de différence entre un *Ascaris* et une *Serpula* qu'entre une *Serpula* et une *Terebratula*.

» Mais il est infiniment plus probable, en raison de la conformité anatomique des Oligochætes et des Polychætes que, dans ce cas au moins, il y a eu simplement falsification de l'embryogénie chez les premières. L'*Euaxes* et le *Lumbricus* devant sortir de l'œuf presque avec la forme de l'adulte, le stade *Trochosphæra* a été supprimé. Chez le *Limnæus*, où l'embryon mène encore une vie demi-libre dans le liquide albumineux qui l'entoure, on trouve une trochosphère réduite en proportion de la liberté des mouvements ([1]).

» Enfin, en 1878, j'insistais à nouveau sur la nécessité de créer, pour les Mollusques, les Annélides et les groupes satellites, un embranchement comparable à ceux des *Vertebrata* et des *Arthropoda*. Cet embranchement, que je désignais sous le nom de *Gymnotoca*, était caractérisé, surtout au point de vue anatomique, par l'existence d'un système excréteur secondaire (deutonèphres ou organes segmentaires) remplaçant le système excréteur primaire (système protonéphrique), dont l'existence est permanente dans le groupe ancestral des Vers plats.

» Le phylum des *Gymnotoca* était subdivisé de la manière suivante :

GYMNOTOCA {
1. Mollusca : *Cephalopoda, Gasteropoda, Acephala, Scaphopoda, Polyplacophora* et *Neomenida*.
2. Annelida : *Chætopoda, Gymnotoma* (*Polygordius*), *Hirudinea, Gephyrea, Chætognatha*, etc.
3. Brachiopoda.
4. Ciliata : *Rotifera, Gasterotricha, Bryozoa*.

([1]) A. Giard, *Les faux principes biologiques et leurs conséquences en taxonomie* (*Revue scientifique*, 18 mars 1876, p. 277).

» Au point de vue embryogénique :

» Les *Gymnotoca*, ajoutais-je, sont caractérisés par la larve *Trochosphæra*, comme les Arthropodes par l'embryon *Nauplius*.

» L'établissement de ce phylum nouveau rencontrera peut-être une certaine opposition. Je suis convaincu que cette opposition cessera quand, abandonnant les idées couramment reçues, on ne perdra pas de vue, dans l'étude des animaux adultes, le fil conducteur de l'embryogénie.

» Même en considérant les animaux à l'état adulte, y a-t-il plus de différence entre un Poulpe et un Ver de terre qu'entre un Papillon et une Balane, ou qu'entre un Oiseau-Mouche et l'*Amphioxus* [1]?

» Au reste, je prie le lecteur de vouloir bien comparer le Tableau phylogénique des *Gymnotoca*, que j'ai donné en 1876 (*Revue scientifique*, t. XVII, p. 278), avec l'arbre généalogique des Trochozoaires dressé par Roule en 1889 (p. 411 du Mémoire couronné). Le changement essentiel consiste dans l'adoption, par Roule, du mot *Trochozoa*, proposé par Hatschek.

» La difficulté d'homologuer le schizocœle des *Gymnotoca* supérieurs avec l'entérocœle des formes plus archaïques (*Sagitta*, Brachiopodes) m'avait préoccupé dès mon travail sur *Salmacina*. Le fait que les cellules mésodermiques originelles, chez les types schizocœliens, naissent de l'endoderme, au bord du prostome, en des points parfaitement homologues de ceux où se forment les diverticules endodermiques chez les entérocœliens, m'avait déterminé, dès cette époque, à considérer ces derniers comme représentant l'état primitif dont la forme dérivée (condensée) est réalisée chez les Mollusques et les Annélides.

» Depuis, mes recherches embryogéniques m'ont permis de généraliser cette interprétation et de formuler la loi empirique suivante :

» *Lorsque, dans le développement d'animaux voisins, un organe prend naissance, tantôt par invagination ou reploiement d'un feuillet cellulaire (processus Wolffien), tantôt par formation d'une masse cellulaire pleine qui plus tard peut se cliver ou se creuser d'une cavité, ce deuxième mode de formation doit être considéré comme une condensation du premier.*

» L'application de cette formule peut être faite chez les *Gymnotoca*, non seulement dans la question des deux formes de mésoderme, mais aussi dans la comparaison de l'*Archigastrula* (*Sagitta*, Brachiopodes) et des modes dérivés de gastrulation, dans la formation du système nerveux ven-

---

[1] *Bulletin scientifique du Nord;* 1878, nos 2 et 3, février-mars, page 47 et suiv.

tral par une gouttière (*Salmacina, Protodrilus*) comparée au mode de formation par épaississement, etc.

» A l'égard de ce dernier appareil et de l'exoderme en général, je dois ajouter que jamais, chez les diverses Annélides polychætes ou oligochætes dont j'ai étudié l'embryogénie, je n'ai rien vu de semblable au syncytium décrit par Roule. Avec plus ou moins de facilité, suivant les divers types, les contours des cellules exodermiques peuvent toujours être mis en évidence par des réactifs appropriés. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur la pêche de la Bichique à l'île de la Réunion.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. E. Blanchard.

« A l'occasion de recherches sur la montée de l'Anguille, recherches dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie au mois de juillet 1889, je me suis trouvé conduit à rassembler des documents ayant rapport à des pêches analogues, qui peuvent avoir lieu en diverses contrées.

» Il existe, dans les collections d'Ichtyologie du Muséum d'Histoire naturelle, une certaine quantité de petits poissons, remis par Bosc à cet établissement en 1816, sous l'indication : « Montée d'Anguille de l'île de » France ». Bien que les exemplaires fussent de fort petite taille et dans un très médiocre état de conservation, ayant évidemment été desséchés avant d'être mis dans l'alcool, cependant l'examen de la partie terminale du rachis et de lambeaux du tégument couverts d'écailles bien reconnaissables m'avait montré, dès l'abord, qu'il s'agissait, non d'une Anguille, mais d'un poisson Acanthoptérygien cténoïde monostique, appartenant, suivant toute vraisemblance, à la famille des Gobioïdes. Cette détermination se trouve aujourd'hui confirmée par les renseignements qu'ont eu l'obligeance de m'envoyer M. le Dr Jacob de Cordemoy et M. Lantz, de l'île de la Réunion.

» Dans cette localité, comme à l'île Maurice et sur divers points de la mer des Indes, on pêche habituellement, sous le nom de *Bichiques*, plusieurs espèces de *Gobius* et de *Sicydium* au moment où, à l'état de fretin, ils remontent les cours d'eau. Les pêches les plus importantes se font à la Réunion, dans la rivière du Mât et celle des Marsouins. Le phénomène se produirait tous les mois, avec une intensité variable, quatre jours environ avant la nouvelle lune; l'influence de la marée paraît donc se faire sentir pour la montée de la Bichique comme pour celle de l'Anguille. L'abon-

dance du poisson est si grande dans certains cas que les embouchures en sont littéralement encombrées, et l'eau en contient une quantité si prodigieuse que les pêcheurs, faisant allusion à la forme des vagues, disent que les Bichiques montent en rouleau; il suffit à ce moment de recevoir ces vagues dans des nappes de toile pour que celles-ci soient remplies de petits poissons; la pêche régulière se fait d'ailleurs au moyen de longues nasses en nervures de palmier ou de bambou dites *vouves*, placées soit de manière à recevoir le flot montant, soit à l'extrémité de canaux artificiellement formés; la capture de ces poissons offre un tel attrait aux créoles que l'on abandonne pour s'y livrer les travaux les plus urgents. Une partie des Bichiques est consommée sur place à l'état frais, si l'abondance du produit le permet; une partie est séchée au soleil et transportée sur les différents points de l'île; c'est sous cette dernière forme que Bosc en avait reçu.

» M. Lantz ayant bien voulu m'envoyer dans l'alcool des exemplaires dans un excellent état de conservation, il a été facile de constater que ce jeune fretin, tout en ne montrant à l'extérieur aucune trace de la vésicule ombilicale, sauf une sorte de cicatrice linéaire sous le ventre, renferme cependant encore dans l'abdomen une bonne partie de la provision alimentaire vitelline de l'embryon, comme on l'observe pour la montée de l'Anguille, ce qui donne à l'un et l'autre de ces êtres sa valeur principale comme aliment. Les Bichiques sont au début d'un blanc grisâtre, presque transparentes, forme sous laquelle les habitants de la Réunion les appellent *sans-culottes;* elles deviennent plus foncées au bout de quelque temps.

» A propos du *Sicydium lagocephalum* Pallas, il est déjà fait en passant mention de cette pêche dans le tome XII de l'*Histoire des Poissons,* par Cuvier et Valenciennes, d'après des renseignements donnés par Dussumier, qui en avait été témoin dans la petite rivière de Saint-Denis. Cet observateur insiste également sur le nombre des personnes qui se livrent à cette pêche, sur la facilité avec laquelle se capture le poisson, sur son abondance, telle, qu'on peut souvent, dit-il, en rassembler la charge de plusieurs chevaux. Ainsi, depuis longues années, les remarques de Bosc étant, on l'a vu, de 1816, et celles de Dussumier antérieures dans tous les cas à 1837, la pêche de la Bichique a toujours été pratiquée avec la même activité, sans qu'il paraisse y avoir eu la moindre diminution dans son produit.

» Si cette exploitation intensive, pas plus que pour la Civelle, n'a pas amené ce fâcheux résultat, c'est que pour l'un et l'autre animal les lieux

de reproduction ne sont pas atteints, et l'on peut en conclure que le respect, la protection des frayères, doivent être regardés comme un des plus sûrs moyens d'assurer la prospérité et, par suite, l'abondance du poisson. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Prosopistoma variegatum *de Madagascar.* Note de M. A. Vayssière, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« En 1833, Latreille établissait dans la classe des Crustacés le genre *Prosopistoma* pour quelques petits Arthropodes aquatiques envoyés de Madagascar par Goudot; il dénommait *Pr. variegatum* cette espèce, et *Pr. punctifrons* l'espèce européenne découverte et décrite en 1764 par Geoffroy sous le nom de *Binocle à queue en plumet*.

» Les travaux publiés depuis Latreille par divers naturalistes ont presque tous été poursuivis sur des individus de l'espèce indigène, et les quelques naturalistes qui ont parlé du *Pr. variegatum* l'ont toujours fait d'après quelques-uns des spécimens desséchés provenant des collections du Muséum de Paris.

» L'intérêt qui s'attache à ces individus par suite de l'incertitude qui a régné longtemps sur leur position systématique, position qui n'a été parfaitement établie dans la classe des Insectes qu'en 1872 par MM. Em. et N. Joly, me pousse à faire connaître la capture récente de trois individus de l'espèce malgache, capture due à M. Fr. Sikora, naturaliste autrichien habitant l'île de Madagascar depuis deux ans.

» M. Sikora a pris ces trois *Pr. variegatum* dans de petits cours d'eau à courant rapide, situés aux environs du village d'Ambodinangano, à près d'une cinquantaine de kilomètres au sud-est de Tananarive.

» Ces larves aquatiques ont été trouvées dans le mois d'octobre, c'est-à-dire vers le milieu du printemps de cette île; elles étaient toutes les trois fort avancées et sur le point de se métamorphoser, comme le prouve la présence des ailes en voie de développement dans l'intérieur des deux paires de fourreaux.

» Au point de vue de la taille, ces insectes sont beaucoup plus gros que ceux de l'espèce européenne; ainsi, tandis que le maximum de longueur arrive à peine à 5^{mm} chez des individus rétractés de cette dernière espèce, il atteint de 8^{mm} à 9^{mm} chez le *Pr. variegatum*. Grâce à ces dimensions plus considérables, il nous a été possible de constater chez deux de ces nymphes

quelques caractères anatomiques que nous n'avions pu observer chez le *Pr. foliaceum* (*Pr. punctifrons* de Latreille), malgré le grand nombre d'individus frais que nous avons eus sous la main pour faire les recherches dont nous publions en ce moment les résultats dans les *Annales des Sciences naturelles* (7e série, t. IX).

» Ainsi chez le *Pr. foliaceum*, nous n'avions pu constater la présence que de cinq paires de trachéo-branchies ou branchies trachéennes dans la vaste cavité respiratoire située sous la moitié postérieure de la carapace; chez nos *Pr. variegatum*, nous avons pu observer une sixième paire de trachéo-branchies, placée à l'extrémité de la cavité, plus dorsalement et tout à fait dans le voisinage de l'orifice dorsal de la chambre respiratoire. Ces organes, beaucoup plus petits que les précédents (à peine $0^{mm},5$ de longueur), sont chacun constitués par une simple lame chitineuse en forme de raquette, à bords entiers, insérée par son extrémité en pointe, présentant sur toute sa surface quelques poils rigides et dans son épaisseur deux ou trois ramifications trachéennes.

» Nous nous trouvons en présence de lames trachéo-branchiales atrophiées, ne devant pas jouer un rôle bien actif dans l'acte respiratoire; leur existence toutefois offre un certain intérêt, attendu que cela permet de déterminer exactement le nombre de segments abdominaux soudés au thorax, ce qui ne pouvait se faire d'après les traces de soudure des anneaux, certaines d'entre elles n'étant pas visibles.

» La région thoraco-abdominale se compose donc, en dehors des trois anneaux thoraciques, de six segments abdominaux et non de cinq, comme nous le supposions d'après le nombre des trachéo-branchies que nous avions constaté chez le *Pr. foliaceum*; ces six segments, joints aux quatre formant la région caudale, portent à dix les anneaux de l'abdomen chez le *Prosopistoma*, comme chez toutes les larves des autres genres d'Éphémeridés.

» Nous aurions bien quelques autres caractères de moindre importance à signaler, mais ils trouveront mieux leur place dans l'étude monographique de ce genre que nous poursuivons; notons seulement que la disposition des nervures des ailes, qu'il nous a été possible de voir par transparence sur nos individus de Madagascar, nous a paru être la même que celle que nous avons décrite en 1881 chez la *subimago* du *Pr. foliaceum*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les prétendues éruptions volcaniques qui auraient eu lieu en France au* v[e] *siècle après J.-C.* Note de M. SALOMON REINACH.

« Dans un passage de Sidoine Apollinaire (Lettre à saint Mamert), on a voulu trouver la mention d'éruptions volcaniques récentes dans la Gaule centrale. Cette interprétation repose sur plusieurs contre-sens. Voici la traduction exacte du passage en question (SIDOINE, *Lettres*, t. VII, 12, éd. Baret, p. 382) :

Modo scænæ mœnium publicorum crebris terræ motibus concutiebantur; nunc ignes sæpe flammati caducas culminum cristas superjecto favillarum monte tumulabant.

Tantôt les murs des édifices publics (ou : les créneaux des murs) [1] étaient ébranlés par de fréquents tremblements de terre; tantôt des incendies fréquemment allumés ensevelissaient sous une montagne de cendres les faîtes branlants des maisons [et non pas : tantôt des feux prenant souvent l'aspect de flammes (!) enveloppaient sous une montagne de cendres les sommets branlants des collines].

» Les traductions que je propose : *ignes* = incendies; *flammati* = allumés; *culmina* = maisons; *cristæ* = faîtes des maisons, sont justifiées par des exemples que je citerai ailleurs. Pour l'explication des derniers mots, on peut hésiter entre deux paraphrases : 1° de fréquents incendies ensevelissaient les maisons sous leurs propres cendres; 2° de fréquents incendies jonchaient les faîtes des maisons d'une couche de cendres emportées par le vent. Pour qui connaît le langage amphigourique de Sidoine, le doute est d'autant plus permis que l'auteur a pu ne pas bien se rendre compte lui-même de ce qu'il voulait dire par ces mots.

» Je considère que ma traduction est confirmée d'une manière définitive par le rapprochement du texte de Sidoine avec celui d'une homélie de saint Avit, où celui-ci raconte, trente ou quarante ans après, les mêmes événements. Saint Avit était évêque de Vienne et, par conséquent, un des successeurs de saint Mamert auquel Sidoine adressait la Lettre mentionnée plus haut. « Je sais, dit-il, que beaucoup d'entre nous se souviennent de » cette époque. Car les fréquents incendies, les tremblements de terre

---

(1) Le mot *scænæ* paraît corrompu à M. Mommsen, qui propose de lire *pinnæ*.

» continuels, les bruits nocturnes, semblaient présager comme un prodi-
» gieux bûcher à l'univers expirant. » Saint Avit parle d'incendies et de tremblements de terre, là où Sidoine parlait de tremblements de terre et d'incendies : preuve certaine que, dans le texte de Sidoine, il est bien question d'incendies, et non de flammes jaillissant d'un volcan ou jaillissant du sol à la suite d'un tremblement de terre.

» Dans le même passage (*Patrologie Migne*, t. LIX, p. 291), saint Avit décrit un incendie subit qui embrasa le palais public de Vienne, édifice situé à une grande hauteur au-dessus de la ville. Il raconte que cet incendie jeta la terreur parmi les habitants, parce que la situation élevée de l'édifice en feu leur faisait craindre pour leurs propres maisons. Je pense que la terreur des Viennois, à l'aspect des cendres et des étincelles qui venaient s'abattre sur les toits de leurs demeures, peut avoir donné lieu à la phrase hyperbolique de Sidoine. En tous les cas, les éruptions volcaniques du ve siècle sont un roman géologique qui ne peut invoquer l'autorité de Sidoine à son appui [1]. »

M. A. Netter adresse une Note intitulée « Origine de l'antique pratique des compressions craniennes, improprement dites *déformations artificielles du crâne* ».

M. F. Xanthidès adresse, de Smyrne, une Note intitulée « Le monochorde et son application pour la restauration des échelles musicales ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

---

(1) La Note de M. Reinach paraîtra dans la *Revue archéologique*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues dans la séance du 6 janvier 1890.

Bulletin de la Société mathématique de France. — *Bulletin des Sciences mathématiques*, rédigé par MM. Gaston Darboux *et* Jules Tannery. — *Annales de Chimie et de Physique.* — *Annales des Ponts et Chaussées.* — *Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils.* — *Revue maritime et coloniale.* — *Journal d'Agriculture pratique.* — *Annales agronomiques*, publiées par M. P.-P. Dehérain. — *Journal de l'Agriculture.* — *Journal de la Société nationale d'Horticulture de France.* — *Bulletin international du Bureau central météorologique.* — *Tableaux mensuels de la Statistique municipale de la Ville de Paris.* — *Revue scientifique.* — *La nature.* — *Revue de la Science nouvelle.* — *Le Magasin pittoresque.* — *Société de Géographie.* — *Revue géographique internationale.* — *Le Canal de Suez.* — *Le Moniteur industriel.* — *Annales industrielles.* — *Chronique industrielle.* — *Revue du Cercle militaire.* — *Le Moniteur de la Photographie.* — *Bulletin de l'Académie de Médecine.* — *Gazette des Hôpitaux.* — *La France médicale.* — *Le Progrès médical.* — *L'Abeille médicale.* — *La Tribune médicale.* — *La Médecine contemporaine.* — *Bulletin général de Thérapeutique.* — *Bulletins et Mémoires de la Société médicale des Hôpitaux de Paris.* — *Journal d'Hygiène*, publié par le Dr Prosper de Pietra Santa. — *Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie.* — *Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris.* — *Journal de Pharmacie et de Chimie.* — *L'Imprimerie.* — *Bibliothèque universelle et Revue suisse.* — *Archives des Sciences physiques et naturelles* (Genève).

Ouvrages reçus dans la séance du 13 janvier 1890.

Congrès international de Mécanique appliquée, tenu à Paris du 16 *au* 21 *septembre* 1889. *Procès-Verbaux sommaires; par* M. A. Tresca. Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. in-8°.

Chemin de fer de Mulhouse à Thann inauguré le 1er *septembre* 1839. *Notes et documents présentés à la Société industrielle, le* 25 *septembre* 1889; *par* M. W. Grosseteste. Mulhouse, Vve Bader et Cie; 1 vol. gr. in-8°.

Sur la distinction microchimique des alcaloides et des matières protéiques; par L. Erreira. Bruxelles, A. Manceaux, 1889; br. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1890. Bruxelles, F. Hayez, 1890; 1 vol. in-18.

Leçons cliniques sur les maladies des enfants; par le Dr Auguste Ollivier. Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Henri von Dechen. — *Ein Lebensbild von H. Laspeyres*. Bonn, Max Cohen und Sohn, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Das Eherne Menschenrecht von Dambor. Berlin, 1890; br. in-12.

Dambor. — *Dasheil auf individuellem, socialem und politischem Gebiet*. Leipzig, Hartung und Sohn, 1890; 1 vol. in-12.

Prace matematyczno-fizyczne. Wydawane w warszawie przez S. Dicksteina, Wl. Gosiewskiego, Edw. i Wl. Natansonow. Tom II. Warszawa, 1890; 1 vol. pet. in-4°.

Publications périodiques.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. — *Le Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy*. — *Atti della reale Accademia dei Lincei*. — *Atti dell' Accademia pontifica de' nuovi Lincei*. — *Memorie della Società degli spettroscopisti italiani*, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. — *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*. — *Revista do Observatorio, publiçao mensal do Observatorio do Rio de Janeiro*. — *Proceedings of the Birmingham philosophical Society*. — *American Journal of Photography* (Philadelphia). — *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* (Boston). — *Official Copy. The quarterly weather Report of the Meteorological Office* (*New series*). — *Journal of the American Chemical Society* (New York). — *The Pharmaceutical Journal and transactions* (London). — *The Astronomical Journal* (Boston). — *Repertorium der Physik*, herausgegeben von Dr E. Exner. — *Wiener Klinische Wochenschrift*.